

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-072431

(43)Date of publication of application : 16.03.1999

(51)Int.Cl.

G01N 21/17

A61B 5/00

G01B 9/02

G01B 11/00

G01B 17/00

(21)Application number : 09-232999

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 28.08.1997

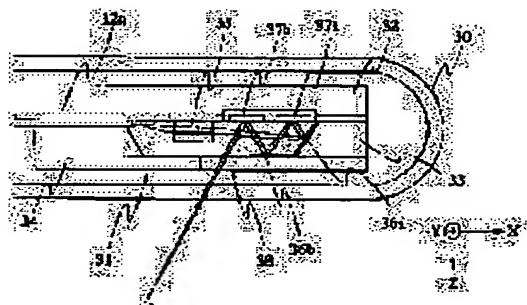
(72)Inventor : KANEKO MAMORU
 UENO HITOSHI
 OZAWA TSUYOSHI
 YAMAMIYA HIROYUKI
 HORII AKIHIRO
 HIBINO HIROKI
 MIZUNO HITOSHI
 HIROYA JUN
 IMAIZUMI KATSUICHI
 AOKI HIDEMICHI
 ONO MASAHIRO
 YASUDA EIJI
 OOAKI YOSHINAO
 YOSHINO KENJI

(54) OPTICAL TOMOGRAPHIC IMAGING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a diameter of a probe to be inserted to a body cavity and obtain optical tomographic images of high resolution.

SOLUTION: At a silicon spacer 33 constituting a scanning device 31 are arranged a leading end face of an optical fiber 12a, a GRIN lens 35, a first and a second aluminum vapor deposition mirrors 36a, 36b. A low interferential light from the leading end face of the optical fiber 12a is reflected via the GRIN lens 35 from the first aluminum vapor deposition mirror 36a and reflected from a first scanning mirror 37a set at a silicon substrate 32. The low interferential light reflected from the first scanning mirror 37a is reflected from the second aluminum vapor deposition mirror 36b, then reflected from a second scanning mirror 37b set at the silicon substrate 32 and shed onto an affected part via a window part 38 formed at an optical window plate 34.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
 examiner's decision of rejection or application converted
 registration]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-72431

(43)公開日 平成11年(1999) 3月16日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 N 21/17

A 6 1 B 5/00

G 0 1 B 9/02

11/00

17/00

G 0 1 N 21/17

A 6 1 B 5/00

G 0 1 B 9/02

11/00

17/00

A

L

G

Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平9-232999

(22)出願日

平成9年(1997) 8月28日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 金子 守

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 上野 仁士

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 小澤 剛志

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 伊藤 進

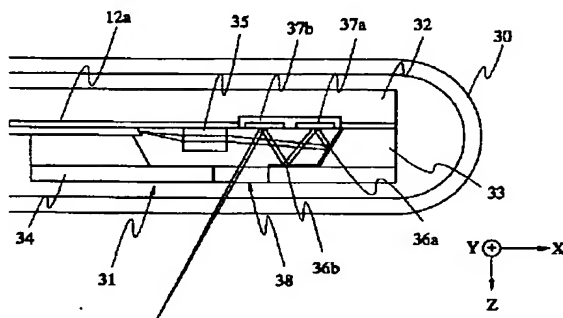
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光断層イメージング装置

(57)【要約】

【課題】 体腔内に挿入するプローブの細径化を図ると共に、高分解能の光断層像を得る。

【解決手段】 スキャニング装置31を構成するシリコンスペーサ33には、光ファイバ12aの先端面、GRINレンズ35、第1及び第2のアルミ蒸着ミラー36a、36bが配置されており、光ファイバ12aの先端面からの低干渉性光がGRINレンズ35を介して第1のアルミ蒸着ミラー36aで反射され、シリコン基板32に設けられている第1のスキャニングミラー37aで反射される。第1のスキャニングミラー37aで反射された低干渉性光は、第2のアルミ蒸着ミラー36bで反射された後、シリコン基板32に設けられている第2のスキャニングミラー37bで反射されて、光ウインドウ板34に設けられた窓部38を介して患部に照射される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被検体内に挿通可能な細長な挿入部と、低干渉光を発生する光源と、

前記挿入部に挿通され、前記挿入部の先端側の端面から前記被検体に前記低干渉光を出射すると共に、前記被検体より反射された反射光を検出するための1つのシングルモードファイバからなる導光手段と、

前記シングルモードファイバより出射した前記低干渉光を前記被検体に対し走査するため、前記挿入部の先端側に配置されたシリコン基板上に形成された少なくとも1つ以上の光走査手段と、

前記シングルモードファイバより出射した前記低干渉光を前記被検体に集光し、また、前記被検体からの反射光を検出するため、前記挿入部の先端側に配置された少なくとも1つ以上のレンズと、

前記シングルモードファイバで検出した前記被検体からの前記反射光と前記光源より生成した基準光とを干渉させる干渉手段と、

前記干渉手段による干渉成分を電気信号に変換して検出する干渉光検出手段と、

前記基準光側の光路長を変化させる光路長変化手段と、前記電気信号に対する信号処理を行い、少なくとも前記被検体の深部方向の断層像を構築する信号処理手段とを備えたことを特徴とする光断層イメージング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光断層イメージング装置、更に詳しくは患部に対する低干渉性光の2次元走査部分に特徴のある光断層イメージング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、生体組織を診断する場合、その組織の表面状態の光学的情報を得るイメージング装置の他に、組織内部の光学的情報を得ることのできる光CT装置が提案されている。

【0003】一方、最近になって、低干渉性光を用いて被検体に対する断層像を得る干渉型OCT（オプティカル・コヒーレンス・トモグラフィ）が例えばScience Vol. 254, 1178 (1991)に提案されている。

【0004】この干渉型OCTでは、低干渉性の光源としての超高輝度発光ダイオード（以下、SLDと略記）は例えば可干渉距離が17 μ m程度で830nmの波長の光を発生し、この光は第1のシングルモード光ファイバの一方の端面から入射し、他方の端面（先端面）側に伝送され、先端面からサンプル側に出射される。

【0005】第1のシングルモード光ファイバは、途中のカップラで第2のシングルモード光ファイバと光学的に結合されている。従って、このカップラ部分で2つに分岐されて伝送される。第1のシングルモード光ファイバの（カップラより）先端側は、圧電素子に巻回され発

振器から駆動信号が印加され、第1のシングルモード光ファイバを振動させることにより伝送される光を変調する変調器を形成している。

【0006】変調された光は、2次元走査を行う2次元走査手段を介して、第1のシングルモード光ファイバの先端面からサンプル側に出射される。サンプル側で反射された光は、第1のシングルモード光ファイバの先端面に入射され、さらにカップラで第2のシングルモード光ファイバに移り、検出器で検出される。

【0007】この検出器には、第2のシングルモード光ファイバの先端面からミラーで反射されたSLDの光、つまり参照光も入射される。ミラーは光路長を変化させる方向に移動され、サンプル側で反射された光の光路長とミラーで反射された光路長と殆ど等しい光が干渉する。

【0008】検出器の出力は、復調器で復調されて干渉した光の信号が抽出され、デジタル信号に変換された後、信号処理され断層像に対応した画像データが生成され、モニタにて表示される。

20 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来例において、低干渉性光をサンプルに照射し2次元走査を行う場合、2次元走査手段を例えばモータ等の駆動手段によりミラー等を回転駆動し低干渉性光をサンプルに対して2次元走査しているため、例えばサンプルを体腔内の患部とした場合、体腔内に挿入するブローブ内に2次元走査手段を配置するとブローブの径が大きくなるといった問題や、分解能を高めるために2次元走査手段の機構が複雑になりブローブ内に配置することができないといった問題がある。

30

【0010】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、体腔内に挿入するブローブの細径化を図ると共に、高分解能の光断層像を得ることのできる光断層イメージング装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の光断層イメージング装置は、被検体内に挿通可能な細長な挿入部と、低干渉光を発生する光源と、前記挿入部に挿通され、前記挿入部の先端側の端面から前記被検体に前記低干渉光を出射すると共に、前記被検体より反射された反射光を検出するための1つのシングルモードファイバからなる導光手段と、前記シングルモードファイバより出射した前記低干渉光を前記被検体に対し走査するため、前記挿入部の先端側に配置されたシリコン基板上に形成された少なくとも1つ以上の光走査手段と、前記シングルモードファイバより出射した前記低干渉光を前記被検体に集光し、また、前記被検体からの反射光を検出するため、前記挿入部の先端側に配置された少なくとも1つ以上のレンズと、前記シングルモードファイバで検出した前記被

50

検体からの前記反射光と前記光源より生成した基準光と

を干渉させる干渉手段と、前記干渉手段による干渉成分を電気信号に変換して検出する干渉光検出手段と、前記基準光側の光路長を変化させる光路長変化手段と、前記電気信号に対する信号処理を行い、少なくとも前記被検体の深部方向の断層像を構築する信号処理手段とを備えて構成され、前記挿入部の先端側に配置されたシリコン基板上に形成された少なくとも1つ以上の前記光走査手段により、前記シングルモードファイバより出射した前記低干渉光を前記被検体に対し走査することで、体腔内に挿入するプローブの細径化を図ると共に、高分解能の光断層像を得ることを可能とする。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について述べる。

【0013】第1の実施の形態：図1ないし図3は本発明の第1の実施の形態に係わり、図1は光断層イメージング装置の構成を示す構成図、図2は図1の光走査プローブの先端部内の構成を示す構成図、図3は図2の光走査プローブの先端部内に設けられたスキャニング装置の構成を示す構成図である。

【0014】（構成）図1に示すように、本実施の形態の光断層イメージング装置1は、生体内に挿入され患部2の光断層信号を得る細長で可撓性を有する光走査プローブ3と、光断層イメージングを行うために低干渉性の光を発生して光走査プローブ3側に導光し患部2側からの反射光を測定光として参照光と干渉させて検出するための光断層像信号検出装置4と、この光断層像信号検出装置4により検出された干渉信号に対する信号処理等を行う信号処理装置6と、信号処理装置6から出力される映像信号を表示するモニタ7とからなり、このモニタ7には低干渉性の光による光断層像が表示されるようになっている。

【0015】光断層像信号検出装置4内には、低干渉性光を発生する光源としての超高輝度発光ダイオード（以下、SLDと略記）を備えた低干渉性光源11が配置されている。この低干渉性光源11のSLDは、例えば830nmの波長で例えば可干渉距離が数10μm程度の低干渉性光を発生する。なお、SLDの波長は830nmの他に1300nmの波長を使用してもよい。

【0016】そして、図示はしないが、この低干渉性光は低干渉性光源11内のレンズ、偏光子等を経て所定の偏波面の直線偏光の光にされ、さらに光変調器を介して5〜20KHzの周波数で変調された後、第1のシングルモード光ファイバ12aの一方の端面（以下、基端面と記す）から入射し、他方の端面（以下、先端面と記す）側に伝送される。

【0017】この光ファイバ12aは、途中のPANDAカップラ13で第2のシングルモード光ファイバ12bと光学的に結合されている。従って、低干渉性光源11のSLDが発生した低干渉性光は、PANDAカップ

ラ13部分で2つに分岐されて伝送される。

【0018】光ファイバ12aは、光走査プローブ3に挿通されており、光走査プローブ3の先端部内に配置された光ファイバ12aの先端面より患部2に低干渉性光が照射される。また、PANDAカップラ13より分岐した低干渉性光は、光ファイバ12bを伝送し、光ファイバ12bの先端面よりレンズ14を介してミラー15に照射されて反射される。

【0019】患部2からの低干渉性光の戻り光は、再び光ファイバ12aを伝送し、PANDAカップラ13により光ファイバ12bの基端面側に伝送され、光検出器16に出力される。このとき、光検出器16には、ミラー15により反射されレンズ14を介し光ファイバ12b内を伝送してきた低干渉性光も参照光として出力される。

【0020】ここで、ミラー15は、アクチュエータ17により光軸方向に進退可能になっており、患部2に対する光断層像を得る場合には、アクチュエータ17のミラー15の進退駆動により、ミラー15で反射され光検出器16に入射されるまでの前記の参照光の光路長が、光ファイバ12aを経て患部2側から戻った低干渉性光の光路長に殆ど等しくなるように設定される。

【0021】つまり、ミラー15の位置を変化させて参照光側の光路長を変えることにより、この参照光側の光路長と等しくなる測定光側の光路長は患部2の深さ方向に変化する。そしてこれら光路長が殆ど等しい2つの低干渉性光が干渉し、光検出器16で検出される。

【0022】なお、光ファイバ12bの先端面とPANDAカップラ13との間には、光ファイバ12aによる患部2側に至る光路長をほぼ補償するための巻回された補償リング18が設けてある。

【0023】上記光検出器16で光電変換された信号は、アンプ21により増幅された後、信号処理装置6内の復調器22の図示しないロックインアンプ等に、参照信号としての低干渉性光源11の光変調器（図示せず）の駆動信号またはこれと同一位相の信号と共に入力される。そして、光検出器16からの信号における、参照信号と同一周波数の信号成分が抽出され、さらに検波増幅される。

【0024】復調器22からの検波信号は、A/D変換器23によりデジタル信号に変換され、各種信号処理を行いモニタ7に低干渉性光による光断層像を表示するコンピュータ部24に入力される。

【0025】なお、コンピュータ部24は、アクチュエータ17及び光走査プローブ3の後述する走査手段を駆動制御する制御装置25を制御することで、低干渉性光を患部2に対して3次元走査するようになっている。

【0026】図2に示すように、シース30に覆われた光走査プローブ3の先端部内には、走査手段としてのスキャニング装置31が配置されており、このスキャニ

グ装置31は、図3に示すように、半導体製造技術により製造された例えば文献“Micromashed scanning con focal optical microscope” OPTICS LETTERS Vol.21.No 10.May,1996に示される微小共焦点顕微鏡と同様な構成であり、シリコン基板32、シリコンスペーサ33、光ウインドウ板34から構成されている。

【0027】すなわち、図2に戻り、スキニング装置31を構成するシリコンスペーサ33には、光ファイバ12aの先端面、GRIN（グラディアットインデックス）レンズ35、第1及び第2のアルミ蒸着ミラー36a、36bが配置されており、光ファイバ12aの先端面からの低干渉性光がGRINレンズ35を介して第1のアルミ蒸着ミラー36aで反射され、シリコン基板32に設けられている第1のスキニングミラー37aで反射される。第1のスキニングミラー37aで反射された低干渉性光は、第2のアルミ蒸着ミラー36bで反射された後、シリコン基板32に設けられている第2のスキニングミラー37bで反射されて、光ウインドウ板34に設けられた窓部38を介して患部2（図示せず）に照射される。

【0028】ここで、光ファイバ12aはシングルモード光ファイバであるのでピンホール役割となり、またGRINレンズ35の作用により、焦点位置の患部2からの戻り光のみが光ファイバ12aの先端面に戻る。

【0029】図3に示すように、シリコン基板32に設けられている第1及び第2のスキニングミラー37a、37bは、低干渉性光の焦点を患部2に対して走査するために向きが可変の可変ミラーであって、それぞれがヒンジ部39a、39bによって支持されている。このヒンジ部39a、39bは、図中に示す互いに直交したX軸及びY軸をそれぞれの回転軸として静電気力によって回転可動に構成されている。なお、この静電気力は、前記の制御装置25により制御される。

【0030】（作用）次に、このように構成された本実施の形態の光断層イメージング装置1の作用について説明する。

【0031】本実施の形態の光断層イメージング装置1では、光断層像信号検出装置4に接続された光走査プローブ3が生体内に挿入され患部2近傍に光走査プローブ3の先端部を位置させる。

【0032】そして、光断層像信号検出装置4の低干渉性光源11から5～20KHzの周波数のパルス光に変調された低干渉性光が光ファイバ12aの基端面に供給され、PANDAカップラ13により光ファイバ12a及び光ファイバ12bの先端面に伝送される。

【0033】光ファイバ12aの先端面より出射した低干渉性光は、光走査プローブ3の先端部内のスキニング装置31により、図2に示すX-Y平面上で2次元走査される。

【0034】つまり、光ファイバ12aの先端面から出

射した低干渉性光は、GRINレンズ35を介して第1のアルミ蒸着ミラー36aで反射され、シリコン基板32に設けられている第1のスキニングミラー37aで反射され、さらに第1のスキニングミラー37aで反射された低干渉性光は、第2のアルミ蒸着ミラー36bで反射された後、シリコン基板32に設けられている第2のスキニングミラー37bで反射されて、光ウインドウ板34に設けられた窓部38を介して患部2に照射される。このとき、制御装置25の制御により第1及び第2のスキニングミラー37a、37bがヒンジ部39a、39bを軸として静電気力によって回転制御され2次元走査される。なお、スキニング装置31による低干渉性光の走査の分解能は、約10μm程度である。

【0035】一方、光ファイバ12bの先端面より出射した低干渉性光は、アクチュエータ17により光軸方向に進退可能なミラー15により反射され、ミラー15をアクチュエータ17により光軸方向に進退させることにより、光ファイバ12aの先端面より出射した低干渉性光が図2に示すZ軸方向（患部2の深部方向）に走査される。

【0036】つまり、低干渉性光の物理的性質による光路長に依存した干渉により、ミラー15で反射された参照光が光検出器16に入射されるまでの光路長と、光ファイバ12aを経て患部2のある深さから戻った測定光が光検出器16に入射されるまでの光路長とが殆ど等しくなる場合におけるその深さに対する干渉光が検出され、従ってアクチュエータ17により参照光側の光路長を変化させることにより深さ方向の光断層像生成のための干渉光データが得られる。このときの低干渉性光の走査の分解能は、約18μm程度である。

【0037】そして、光検出器16で光電変換された信号は、アンプ21により増幅された後、信号処理装置6内の復調器22で参照信号と同一周波数の信号成分が抽出され、検波増幅されて、A/D変換器23によりデジタル信号に変換され、コンピュータ部24で各種信号処理が行われた後、モニタ7に低干渉性光による3次元光断層像が表示される。

【0038】（効果）このように本実施の形態では、コンピュータ部24が制御装置25を介してスキニング装置31及びアクチュエータ17を駆動制御することで、スキニング装置31により約10μm程度の分解能で2次元走査すると共に、アクチュエータ17により約18μm程度の分解能で深さ方向に対して走査し3次元干渉光データを得、この3次元干渉光データをコンピュータ部24で信号処理することで、高分解能な3次元光断層像をモニタ7に表示することが可能となる。

【0039】従って、本実施の形態の光断層イメージング装置1によれば、半導体製造技術によりシリコン基板上に形成された微小な構造のスキニング装置31を、体腔内に挿入し患部2の光断層データを得る光走査プロ

ープ3の先端部内に配置しているので、従来の機械的スキニング機構を用いた光断層イメージング装置とは異なり、光走査プローブ3を細径に構成することができ、かつ高分解能で3次元走査ができる。

【0040】第2の実施の形態：図4ないし図6は本発明の第2の実施の形態に係わり、図4は光走査プローブの先端部内の構成を示す構成図、図5は図4のスキニング装置全体を移動させる圧電アクチュエータの構成を示す構成図、図6は図4のスキニング装置の作用を説明する説明図である。

【0041】第2の実施の形態は、第1の実施の形態とほとんど同じであるので、異なる点のみ説明し、同一の構成には同じ符号をつけ説明は省略する。

【0042】（構成）図4に示すように、第2の実施の形態の光走査プローブ3の先端部内に配置されるスキニング装置31aは、第1の実施の形態におけるGRINレンズ35の代わりに窓部38の位置に極めて高いNAで高い集光効率を有するコンフォーカルレンズ51を配置して構成される。

【0043】また、図5に示すように、スキニング装置31aは、例えばバイソルフ型の圧電アクチュエータ52によりZ軸方向に可動に構成され、電圧を印加することによってスキニング装置31aを患部2の方向へアクチュエーションする。この圧電アクチュエータ52は光走査プローブ3内に接着されており、この圧電アクチュエータ52は電気ケーブル53を介して制御装置25へと接続されている。

【0044】その他の構成は第1の実施の形態と同じである。

【0045】（作用）第1の実施の形態と同様に、光断層像信号検出装置4に接続された光走査プローブ3が生体内に挿入され、患部2近傍に光走査プローブ3の先端部を位置させる。このとき、このように構成された本実施の形態では、図5に示した圧電アクチュエータ52によりスキニング装置31aは患部2の方向へ移動制御され、スキニング装置31aの患部2に対する走査位置が調整される。

【0046】その後、第1の実施の形態と同様に、光断層像信号検出装置4の低干渉性光源11から5～20KHzで変調された低干渉性光が光ファイバ12aの基端面に供給され、PANDAカップラ13により光ファイバ12a及び光ファイバ12bの先端面に伝送される。光ファイバ12aの先端面から出射した低干渉性光は、光走査プローブ3の先端部内のスキニング装置31により2次元走査される。一方、光ファイバ12bの先端面より出射した低干渉性光は、アクチュエータ17により光軸方向に進退可能なミラー15により反射され、ミラー15をアクチュエータ17により光軸方向に進退させることにより、光ファイバ12aの先端面より出射した低干渉性光が患部2の深部方向に走査される。

【0047】このとき、図6に示すように、第1の実施の形態におけるGRINレンズを介した低干渉性光のミラー15に対する相対信号出力に対して、コンフォーカルレンズ51の集光効率が乗算され鋭い相対信号出力が得られる。

【0048】その他の作用は第1の実施の形態と同じである。

【0049】（効果）つまり、本実施の形態では、第1の実施の形態の効果に加え、コンフォーカルレンズ51の集光効率により図6に示したように、第1の実施の形態の低干渉性光によるゲート幅が約18μmであったのに対して、本実施の形態の低干渉性光によるゲート幅は約5μmとなり、さらに高分解能に患部2の深部方向に走査することができる。

【0050】第3の実施の形態：図7ないし図11は本発明の第3の実施の形態に係わり、図7は光断層イメージング装置の構成を示す構成図、図8は図7の光断層イメージング装置の第1の変形例の構成を示す構成図、図9は図7の光断層イメージング装置の第2の変形例の構成を示す構成図、図10は図7の光断層イメージング装置の第3の変形例の構成を示す構成図、図11は図7の光断層イメージング装置の第4の変形例の構成を示す構成図である。

【0051】第3の実施の形態は、第1の実施の形態とほとんど同じであるので、異なる点のみ説明し、同一の構成には同じ符号をつけ説明は省略する。

【0052】（構成）図7に示すように、本実施の形態の光断層像観察装置70は、光検出器16、アンプ21、低干渉性光源11、レンズ72、73、ハーフミラー74及び1本のシングルモード光ファイバ75とを備え、光ファイバ75が体腔内に挿入し患部を先端部に内蔵した図示しないCCD等の固体撮像素子により撮像し観察する内視鏡71内に挿通され配置されている。さらに、光断層像観察装置70を構成するハーフミラー76、レンズ14、ミラー15、アクチュエータ17及びスキニング装置31が内視鏡71の先端部内に配置されている。

【0053】その他の構成は第1の実施の形態と同じである。

【0054】（作用）第1の実施の形態と同様に、光断層像観察装置70に接続された内視鏡71が生体内に挿入され、患部2近傍に内視鏡71の先端部を位置させる。

【0055】そして、光断層像信号検出装置4の低干渉性光源11からの低干渉性光がレンズ72、ハーフミラー74及びレンズ73を介して光ファイバ75の基端面に供給され、内視鏡71の先端部内の光ファイバ75の先端面に伝送される。

【0056】内視鏡71の先端部内において、光ファイバ75の先端面から出射した低干渉性光は、ハーフミラ

ー76により2つに分岐され、一方の低干渉性光がスキヤニング装置31により患部（図示せず）に対して2次元走査され、他方の低干渉性光がレンズ14を介してアクチュエータ17により進退可能なミラー15で反射される。

【0057】患部からの低干渉性光の戻り光は、スキヤニング装置31及びハーフミラー76を介して光ファイバ75の先端面に戻ると共に、ミラー15からの低干渉性光の反射光もハーフミラー76を介して光ファイバ75の先端面に戻る。

【0058】このとき第1の実施の形態と同様に、ミラー15をアクチュエータ17により光軸方向に進退させることにより、患部に対して出射した低干渉性光が患部の深部方向に走査される。

【0059】その他の作用は第1の実施の形態と同じである。

【0060】（効果）このように本実施の形態では、第1の実施の形態の効果に加え、内視鏡71内に光断層像観察装置70の一部、つまり、光ファイバ75、ハーフミラー76、レンズ14、ミラー15、アクチュエータ17及びスキヤニング装置31を配置しているので、内視鏡の径を変えることなく、内視鏡71による観察により患部に正確かつ容易に低干渉性光を照射させることが可能となる。

【0061】また、低干渉性光を伝送するシングルモード光ファイバを1本のシングルモード光ファイバ75により行っているため、ファイバの曲げによる低干渉性光の変化を防止することができる。

【0062】なお、本実施の形態では、図7に示したように光検出器16を内視鏡71の外部に配置した構成としているが、これに限らず、図8に示すように、本実施の形態の第1の変形例の光断層像観察装置70aとして、光検出器16を内視鏡71の先端部内に配置しハーフミラー76を介して低干渉性光を検出するように構成してもよい。また、図9に示すように、本実施の形態の第2の変形例の光断層像観察装置70bとして、光検出器16だけでなく低干渉性光源11も内視鏡71の先端部内に配置して構成してもよい。

【0063】さらに、図10に示すように、第3の変形例の光断層像観察装置70cとして、CCD等の撮像素子を有しない光学式内視鏡81のイメージガイドを構成する光ファイババンドル82の入射面に低干渉性光源11からの低干渉性光をスキヤニング装置31により照射し、光ファイババンドル82の各光ファイバに対して2次元走査し、スキヤニング装置31により2次元走査された低干渉性光を光ファイババンドル82の各光ファイバにより内視鏡81の先端に伝送し、内視鏡81の先端内で、ハーフミラー83により2つに分岐し、一方の低干渉性光を患部2に照射し、他方の低干渉性光を反射ミラー84によりレンズ14を介してアクチュエータ17

により進退可能なミラー15に照射するように構成してもよい。

【0064】また、図11に示すように、第4の変形例の光断層像観察装置70dとして、体腔内に導入するカプセル内に構成するようにしてもよい。つまり、光断層像観察装置70dにおいて、低干渉性光源11、ハーフミラー91、レンズ14、ミラー15、アクチュエータ17、スキヤニング装置31、光検出器16、アンプ21及び制御装置25をカプセル92内に設け、さらにアンプ21により増幅された光検出器16からの信号を変調する変調器93と、この変調器93で変調された信号を無線にて体外に送信する通信器94と、通信器94により外部からの信号を受信し受信した信号を復調する復調器95と、これら各装置に電力を供給するバッテリー96をカプセル92内に設けることで、光断層像観察装置70dを構成してもよい。

【0065】この場合、体外に設けられる信号処理装置6には、光断層像観察装置70cの通信器94と信号の送受信が行える第2の通信器97とこの第2の通信器97が送信する信号に対して変調を行う第2の変調器98とが設けられ、信号処理装置6では、コンピュータ部24からの制御信号が第2の変調器98により変調され、第2の通信器97及び通信器94を介して光断層像観察装置70dの復調器95に送られ、カプセル92内において復調器95により復調された制御信号により制御装置25がスキヤニング装置31及びアクチュエータ17を制御することで、低干渉性光による光断層イメージを得る。

【0066】〔付記〕

（付記項1） 被検体内に挿通可能な細長い挿入部と、低干渉光を発生する光源と、前記挿入部に挿通され、前記挿入部の先端側の端面から前記被検体に前記低干渉光を出射すると共に、前記被検体より反射された反射光を検出するための1つのシングルモードファイバからなる導光手段と、前記シングルモードファイバより出射した前記低干渉光を前記被検体に対し走査するため、前記挿入部の先端側に配置されたシリコン基板上に形成された少なくとも1つ以上の光走査手段と、前記シングルモードファイバより出射した前記低干渉光を前記被検体に集光し、また、前記被検体からの反射光を検出するため、前記挿入部の先端側に配置された少なくとも1つ以上のレンズと、前記シングルモードファイバで検出した前記被検体からの前記反射光と前記光源より生成した基準光とを干渉させる干渉手段と、前記干渉手段による干渉成分を電気信号に変換して検出する干渉光検出手段と、前記基準光側の光路長を変化させる光路長変化手段と、前記電気信号に対する信号処理を行い、少なくとも前記被検体の深部方向の断層像を構築する信号処理手段とを備えたことを特徴とする光断層イメージング装置。

（付記項2） 前記シリコン基板上に形成

された前記光走査手段は、静電気力あるいは磁気力により駆動されることを特徴とする付記項 1 に記載の光断層イメージング装置。

【0068】(付記項 3) 前記光走査手段は、前記低干渉光を前記被検体に対し面方向の 2 次元に走査するめの 2 つの走査手段を有することを特徴とする付記項 1 に記載の光断層イメージング装置。

【0069】(付記項 4) 前記レンズは、前記シングルモードファイバと前記光走査手段との間に配置されることを特徴とする付記項 1 に記載の光断層イメージング装置。

【0070】(付記項 5) 前記レンズは、前記光走査手段と前記被検体との間に配置され、前記レンズからの焦点位置から前記干渉手段までの光路長と、前記光路長変化手段から前記干渉手段までの光路長とが一致することを特徴とする付記項 1 に記載の光断層イメージング装置。

【0071】(付記項 6) 前記レンズと前記光走査手段及び前記シングルモードファイバは、一体構造となる光照射部を形成し、前記レンズと前記被検体との距離を変化させるため、前記光照射部の位置を変化させる変化手段を有することを特徴とする付記項 4 に記載の光断層イメージング装置。

【0072】(付記項 7) 前記光路長変化手段は、前記挿入部の先端部に配置されることを特徴とする付記項 1 に記載の光断層イメージング装置。

【0073】(付記項 8) 前記光路長変化手段は、前記挿入部の外側に配置されることを特徴とする付記項 1 に記載の光断層イメージング装置。

【0074】(付記項 9) 被検体内に挿通可能な細長い挿入部と、低干渉光を発生する光源と、前記挿入部に挿通され、前記挿入部の先端側の端面から前記被検体に前記低干渉光を射出すると共に、前記被検体より反射された反射光を検出するための 1 つのシングルモードファイバからなる導光手段と、前記シングルモードファイバより射出した前記低干渉光を前記被検体に対し走査するため、前記挿入部の先端側に配置された少なくとも 1 つ以上の光走査手段と、前記シングルモードファイバより射出した前記低干渉光を前記被検体に集光し、また、前記被検体からの反射光を検出するため、前記挿入部の先端側に配置された少なくとも 1 つ以上のレンズと、前記被検体からの前記反射光と前記光源より生成した基準光とを干渉させる前記挿入部に配置された干渉手段と、前記干渉手段による干渉成分を電気信号に変換して検出する前記挿入部に配置された干渉光検出手段と、前記基準光側の光路長を変化させる前記挿入部に配置された光路長変化手段と、前記電気信号に対する信号処理を行い、少なくとも前記被検体の深部方向の断層像を構築する信号処理手段とを備えたことを特徴とする光断層イメージング装置。

【0075】(付記項 10) 被検体内に挿通可能な細長い挿入部と、前記挿入部に配置された低干渉光を発生する光源と、前記光源より射出した前記低干渉光を前記被検体に対し走査するため、前記挿入部の先端側に配置された少なくとも 1 つ以上の光走査手段と、前記光源より射出した前記低干渉光を前記被検体に集光し、また、前記被検体からの反射光を検出するため、前記挿入部の先端側に配置された少なくとも 1 つ以上のレンズと、前記被検体からの前記反射光と前記光源より生成した基準光とを干渉させる前記挿入部に配置された干渉手段と、前記干渉手段による干渉成分を電気信号に変換して検出する前記挿入部に配置された干渉光検出手段と、前記基準光側の光路長を変化させる前記挿入部に配置された光路長変化手段と、前記電気信号に対する信号処理を行い、少なくとも前記被検体の深部方向の断層像を構築する信号処理手段とを備えたことを特徴とする光断層イメージング装置。

【0076】(付記項 11) 被検体内に挿通可能な細長い挿入部と、低干渉光を発生する光源と、前記光源より射出した前記低干渉光を前記挿入部の先端に導光するための前記挿入部に配置されたシングルモードファイバより構成された光ファイババンドルと、前記光源より射出した前記低干渉光を前記光ファイババンドルに対して少なくとも 1 つ以上の光走査手段と、前記光ファイババンドルの位置に対応し射出した前記低干渉光を前記被検体の任意の位置に集光し、また、前記被検体からの反射光を検出するため、前記挿入部の先端側に配置された少なくとも 1 つ以上のレンズと、前記被検体からの前記反射光と前記光源より生成した基準光とを干渉させる前記挿入部に配置された干渉手段と、前記基準光側の光路長を変化させる前記挿入部に配置された光路長変化手段と、前記光ファイババンドルを介し戻ってきた前記干渉手段による干渉成分を電気信号に変換して検出する干渉光検出手段と、前記電気信号に対する信号処理を行い、少なくとも前記被検体の深部方向の断層像を構築する信号処理手段とを備えたことを特徴とする光断層イメージング装置。

【0077】(付記項 12) 生体内に進入可能な大きさのカプセル状の容器内に配置された低干渉光を発生する光源と、前記光源より射出した前記低干渉光を前記挿入部の先端に導光するため前記容器内に配置された少なくとも 1 つ以上の光走査手段と、前記光源より射出した前記低干渉光を前記被検体に集光し、また、前記被検体からの反射光を検出するため、前記容器内に配置された少なくとも 1 つ以上のレンズと、前記被検体からの前記反射光と前記光源より生成した基準光とを干渉させる干渉手段と、前記干渉手段による干渉成分を電気信号に変換して検出する干渉光検出手段と、前記基準光側の光路長を変化させる前記容器内に配置された光路長変化手段と、前記光走査手段及び前記光路長変化手段を制御する

前記容器内に配置された制御手段と、前記電気信号及び前記制御手段への制御信号を送受信する前記容器内に配置された第1の通信手段と、前記容器の外部に配置され、前記第1の通信手段より送受信した信号を送受信する第2の通信手段と、前記第2の通信手段と接続し、前記電気信号と前記制御信号に対し信号処理を行い、少なくとも前記被検体の深部方向の断層像を構築する信号処理手段とを備えたことを特徴とする光断層イメージング装置。

【0078】

【発明の効果】以上説明したように本発明の光断層イメージング装置によれば、挿入部の先端側に配置されたシリコン基板上に形成された少なくとも1つ以上の光走査手段により、シングルモードファイバより出射した低干渉光を被検体に対し走査するので、体腔内に挿入するプローブの細径化を図ると共に、高分解能の光断層像を得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光断層イメージング装置の構成を示す構成図

【図2】図1の光走査プローブの先端部内の構成を示す構成図

【図3】図2の光走査プローブの先端部内に設けられたスキヤニング装置の構成を示す構成図

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る光走査プローブの先端部内の構成を示す構成図

【図5】図4のスキヤニング装置全体を移動させる圧電アクチュエータの構成を示す構成図

【図6】図4のスキヤニング装置の作用を説明する説明図

【図7】本発明の第3の実施の形態に係る光断層イメージング装置の構成を示す構成図

【図8】図7の光断層イメージング装置の第1の変形例の構成を示す構成図

【図9】図7の光断層イメージング装置の第2の変形例の構成を示す構成図

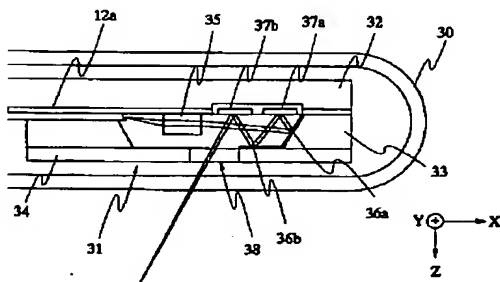
*【図10】図7の光断層イメージング装置の第3の変形例の構成を示す構成図

【図11】図7の光断層イメージング装置の第4の変形例の構成を示す構成図

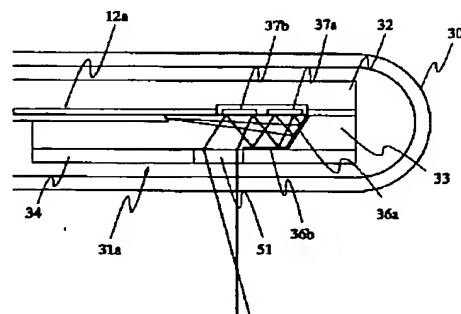
【符号の説明】

- 1…光断層イメージング装置
- 2…患部
- 3…光走査プローブ
- 4…光断層像信号検出装置
- 10 6…信号処理装置
- 7…モニタ
- 11…低干渉性光源
- 12a…(第1のシングルモード)光ファイバ
- 12b…(第2のシングルモード)光ファイバ
- 13…PANDAカップラ
- 14…レンズ
- 15…ミラー
- 16…光検出器
- 17…アクチュエータ
- 20 18…補償リング
- 21…アンプ
- 22…復調器
- 23…A/D変換器
- 24…コンピュータ部
- 25…制御装置
- 31…スキヤニング装置
- 32…シリコン基板
- 33…シリコンスペーサ
- 34…光ウインドウ板
- 30 35…GRINレンズ
- 36a…第1のアルミ蒸着ミラー
- 36b…第2のアルミ蒸着ミラー
- 37a…第1のスキヤニングミラー
- 37b…第2のスキヤニングミラー
- 38…窓部
- * 39a、39b…ヒンジ部

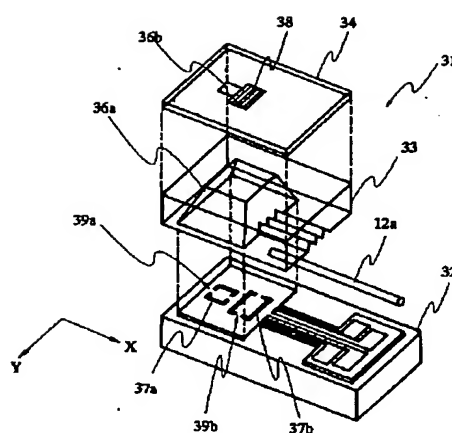
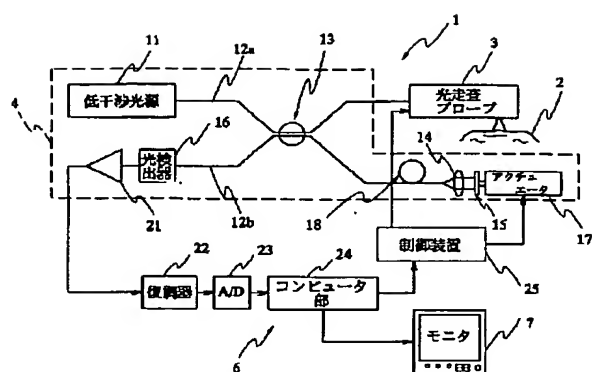
【図2】



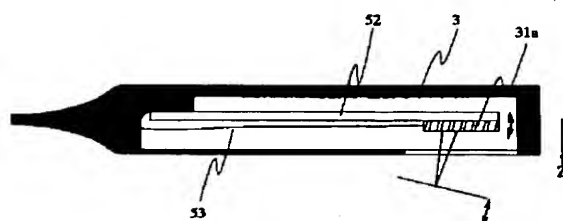
【図4】



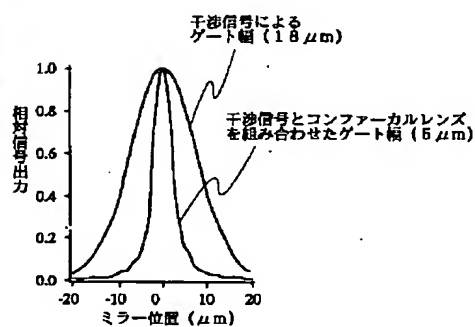
【圖 3】



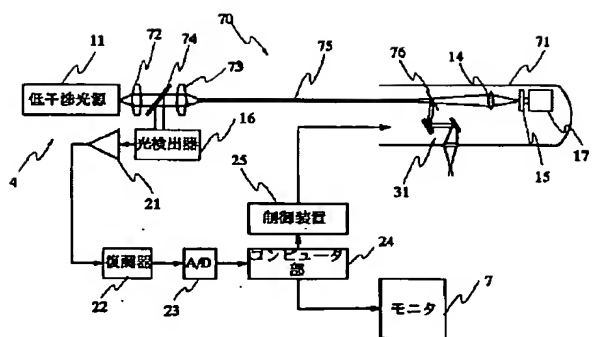
【図5】



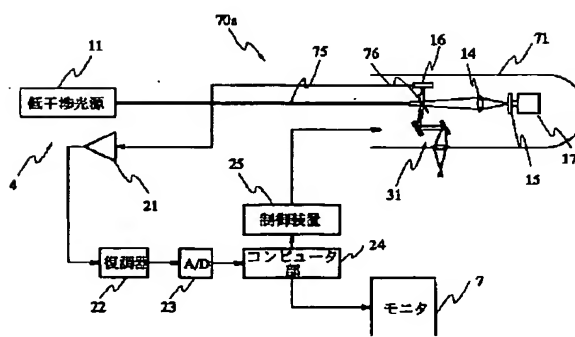
【図6】



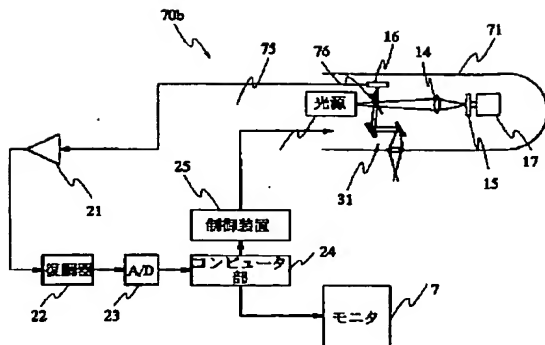
【圖 7】



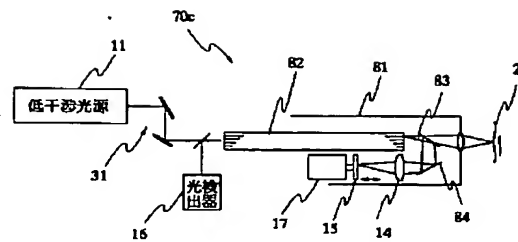
【図8】



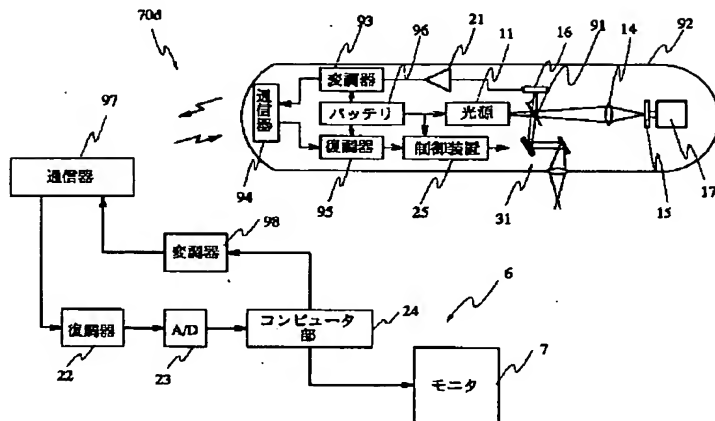
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 山宮 広之
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 堀井 章弘
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 日比野 浩樹
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 水野 均
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 広谷 純
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 今泉 克一
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 青木 秀道
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 大野 正弘
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 安田 英治
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(72)発明者 大明 義直
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内

(11)

特開平 1 1 - 7 2 4 3 1

(72)発明者 吉野 謙二

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号 オリ
ンパス光学工業株式会社内